

ISSN 2085-2916 e-ISSN 2337-3652
Tersedia daring <http://jai.ipb.ac.id>

J. Agron. Indonesia, April 2019, 47(1):18-24
DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v47i1.21170>

Ketahanan Beberapa Genotipe Jagung Hibrida Umur Genjah terhadap *Sitophilus zeamais* Motschulsky

Resistance of Several Early Maturing Hybrid Maize Genotypes to Sitophilus zeamais Motschulsky

Suriani*, Andi Tenrirawe, dan Andi Takdir Makkulawu

Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi No. 274 Maros 90514, Sulawesi Selatan, Indonesia

Diterima 25 April 2018/Disetujui 19 Februari 2019

ABSTRACT

Sitophilus zeamais is a major pest of cereal products in the storage that can reduce the quality and quantity of the grain. The use of resistant variety is an efficient method to control *S. zeamais*. This research aimed to evaluate the resistance of 8 early maturing hybrid maize genotypes to *S. zeamais*. The research was arranged in a single factor completely randomized design with 3 replications, involving 8 genotypes and 4 check varieties. Samples of 25 g seeds were stored in the container covered by gauze, then infested with same-aged 5 males and 5 females of *S. zeamais* and maintained to 105 days. Observed variables were the number of F1 progenies of *S. zeamais*, susceptibility index, seed damage, and weight loss. Based on the results, 3 early maturing hybrid maize genotypes (CH-19, CH-18 and CH-20) exhibited high resistance to the *S. zeamais* as indicated by their susceptibility index, number of progenies, percentage of seed damage, and weight loss. These genotypes had susceptibility index of 1.23-1.80 with low percentage of seed damage of 2.07-4.55%. Correlation tests showed that the susceptibility index of maize seeds had positive correlation with number of progenies and seed damage.

Keywords: seed, stored pest, susceptibility index

ABSTRAK

Sitophilus zeamais merupakan hama utama produk serealia di penyimpanan yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas biji. Penggunaan varietas tahan merupakan metode pengendalian *S. zeamais* yang efisien. Penelitian ini bertujuan menguji ketahanan 8 genotipe jagung hibrida umur genjah terhadap *S. zeamais*. Pengujian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap faktor tunggal dengan 3 ulangan, melibatkan 8 genotipe dan 4 varietas pembanding. Contoh benih berukuran 25 g disimpan di dalam wadah yang ditutup kain kasa, kemudian diinfestasikan dengan *S. zeamais* (5 ekor jantan dan 5 ekor betina, berumur seragam) dan dipelihara hingga 105 hari. Variabel pengamatan meliputi jumlah keturunan baru (F1) *S. zeamais*, indeks kerentanan, kerusakan biji, dan susut bobot biji. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan 3 genotipe jagung hibrida umur genjah yang menunjukkan ketahanan tinggi terhadap *S. zeamais*, yakni genotipe CH-19, CH-18 dan CH-20. Ketahanan tersebut terlihat pada indeks kerentanan, jumlah keturunan baru (F1) *S. zeamais*, persentase kerusakan biji dan susut bobot biji. Indeks ketahanan ketiganya berkisar 1.23-1.80 dengan persentase kerusakan biji sangat rendah yakni 2.07-4.55%. Uji korelasi menunjukkan bahwa indeks kerentanan biji jagung terhadap *S. zeamais* berkorelasi positif dengan jumlah keturunan baru yang dihasilkan dan kerusakan biji.

Kata kunci: biji, hama gudang, indeks kerentanan

PENDAHULUAN

Sitophilus zeamais Motschulsky merupakan salah satu hama penting yang menyerang tanaman serealia terutama selama penyimpanan (Nonci dan Muis, 2015; Suleiman, 2015). Beberapa tahun terakhir ini, pengujian ketahanan calon varietas jagung terhadap *S. zeamais* tidak menjadi

prasyarat dalam pelepasan varietas jagung. Namun data di lapangan memperlihatkan kehilangan hasil akibat serangan *S. zeamais* di Indonesia dilaporkan mencapai 30% (Tenrirawe *et al.*, 2013). Berdasarkan hal tersebut, pengujian terhadap galur, populasi atau varietas jagung terhadap *S. zeamais* perlu terus dilakukan untuk mengurangi penurunan kuantitas dan kualitas biji.

Penurunan kuantitas dan kualitas biji jagung disebabkan karena adanya lubang bekas gerakan *S. zeamais* pada biji. Hal ini dikarenakan imago menggerek

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: surianipalla@gmail.com

biji kemudian meletakkan telur satu per satu pada lubang gerakan. Seluruh fase perkembangan hama ini mulai dari telur sampai imago berada dalam biji, sebelum keluar dari biji imago membuat lubang keluar pada pericarp sehingga biji menjadi berlubang lebih besar (Hasnah *et al.*, 2014). Penyimpanan secara tradisional tanpa pengelolaan pasca panen yang tepat memicu peningkatan populasi *S. zeamais* dan mengakibatkan susut bobot biji hingga 80% (Tefera *et al.*, 2011). Benih jagung yang terserang *S. zeamais* memiliki daya kecambah menurun. Lebih lanjut dikemukakan Cosmas *et al.* (2012) bahwa biji jagung yang diinfestasi *S. zeamais* dan disimpan selama 56 hari mengalami penurunan bobot biji sebesar 80-100%.

Dampak lain dari serangan *S. zeamais* yakni bekas gerakan pada biji dapat ditumbuhi cendawan *Fusarium* spp. dan *Aspergillus* spp. Kedua cendawan tersebut berbahaya jika dikonsumsi manusia ataupun ternak karena adanya senyawa racun berupa fumonisin yang diproduksi oleh *Fusarium* spp. dan aflatoksin yang diproduksi oleh *Aspergillus* spp. (Pakki, 2016). Fumonisin dilaporkan oleh Nayaka *et al.* (2009) sebagai salah satu penyebab tingginya kasus kanker esophagus pada manusia di Afrika bagian selatan.

Teknik pengendalian *S. zeamais* yang tepat dan mudah dilakukan ialah penggunaan varietas tahan (Herlina dan Istiaji, 2013). Beberapa varietas jagung yang tahan terhadap hama yang sudah sampai dimasyarakat di antaranya varietas Srikandi Kuning, Sukmaraga, dan Bisi 2; namun ketiga varietas memiliki umur tanam yang lebih panjang 97-110 hari (Surtikanti, 2004; Mas'ud *et al.*, 2009; Aqil dan Arvan, 2016). Perakitan varietas tahan melalui program pemuliaan dimulai dengan mengumpulkan berbagai plasma nutfah kemudian melakukan penapisan. Identifikasi ketahanan genotipe tanaman koleksi merupakan langkah awal dalam pengembangan kultivar tahan (Zainal *et al.*, 2011). Upaya perakitan varietas unggul tahan *S. zeamais*, produksi tinggi, dan umur tanam lebih pendek harus dikembangkan lebih lanjut dalam kegiatan pemuliaan.

Penelitian perakitan varietas jagung hibrida umur genjah yang telah dilakukan dan menghasilkan 8 genotipe jagung hibrida umur genjah yang terbaik di antara genotipe uji lainnya berdasarkan aspek produksi dan umur tanam yang lebih pendek. Kedelapan genotipe tersebut ialah CH-17, CH-18, CH-19, CH-20, CH-22, CH-23, CH-24, dan CH-27. Perakitan varietas jagung hibrida umur genjah diperuntukkan untuk peningkatan produksi tanaman jagung pada lahan yang mengalami cekaman kekeringan dan lahan tadah hujan (Suriani *et al.*, 2016). Selain dua karakter unggul tersebut yang diharapkan dari perakitan jagung hibrida umur genjah, ketahanan genotipe terhadap *S. zeamais* perlu dipertimbangkan untuk menjaga kuantitas dan kualitas biji selama penyimpanan.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk menguji ketahanan beberapa genotipe jagung hibrida umur genjah terhadap serangan *S. zeamais*. Genotipe yang tahan dari hasil penelitian ini akan dijadikan bahan kegiatan pemuliaan untuk perakitan varietas jagung hibrida umur genjah yang tahan terhadap *S. zeamais*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada September 2016 hingga Januari 2017 di Laboratorium Hama Balai Penelitian Tanaman Serealia dengan menggunakan 8 genotipe jagung yang merupakan calon varietas jagung hibrida umur genjah yaitu genotipe CH-17, CH-18, CH-19, CH-20, CH-22, CH-23, CH-24, CH-27 dan 4 varietas pembanding yaitu HJ-21, NK 212, BISI 2, dan Bima 14. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan.

Perbanyakan S. zeamais

Perbanyakan *S. zeamais* dilakukan dengan cara memasukkan *S. zeamais* dengan populasi kurang lebih 200 ekor imago ke dalam wadah plastik yang berisi biji jagung varietas Anoman selama satu minggu untuk meletakkan telur. Selanjutnya serangga tersebut dikeluarkan dengan harapan akan keluar serangga baru yang berumur seragam. Setelah penyimpanan selama 45 hari, dihasilkan serangga baru yang berumur seragam untuk selanjutnya digunakan dalam penelitian.

Pengujian Ketahanan Genotipe-genotipe Jagung

Biji jagung yang akan diuji terlebih dahulu disimpan di dalam freezer selama 2 minggu yang bertujuan untuk mematikan hama gudang dari lapangan. Setiap genotipe ditimbang 25 g dan dimasukkan ke dalam wadah plastik dengan diameter 7.5 cm dan tinggi 5 cm. Tutup wadah plastik dilubangi dan diganti dengan kain kasa dengan tujuan sirkulasi udara dalam wadah tetap berlangsung. Selanjutnya diinvestasikan *S. zeamais* yang berumur 35 hari masing-masing 5 ekor jantan dan 5 ekor betina yang diidentifikasi jenis kelamin berdasarkan karakteristik rostrumnya (Tenrirawe, 2004). Imago dikeluarkan dari wadah setelah 15 hari dan biji jagung tetap disimpan pada kondisi yang sama hingga keturunan baru (F1) keluar.

Jumlah Keturunan Baru (F1)

Pengamatan dimulai pada saat imago *S. zeamais* keluar pertama kali dari biji dan pengamatan berikutnya dilakukan setiap hari hingga 107 hari setelah investasi imago *S. zeamais*. Jumlah serangga yang keluar setiap hari dihitung secara kumulatif sehingga diperoleh data jumlah keturunan baru (F1). Upaya untuk mencegah terjadinya infestasi generasi kedua yaitu semua imago yang muncul pada saat pengamatan dikeluarkan dari wadah.

Indeks Kerentanan

Nilai indeks kerentanan diperoleh dengan mengetahui jumlah keturunan baru (F1) dan menghitung waktu perkembangan serangga pada setiap genotipe. Dihitung dengan indeks Dobie (1974), yaitu dengan persamaan:

$$SI = \frac{\ln F}{DME} \times 100$$

Keterangan:

SI = Indeks kerentanan

Ln = Logaritma biasa

F = Jumlah total keturunan baru (F1)

DME = Waktu perkembangan F1

Nilai skoring indeks kerentanan biji jagung terhadap *S. zeamais* yaitu: nilai indeks kerentanan 0-3 dikategorikan tahan; nilai indeks kerentanan 4-7 dikategorikan cukup tahan; nilai indeks kerentanan 8-10 dikategorikan rentan; nilai indeks kerentanan >11 dikategorikan sangat rentan.

Kerusakan Biji (%)

Jumlah biji rusak (biji yang berlubang) dihitung setelah seluruh imago *S. zeamais* muncul dari setiap perlakuan. Kerusakan biji dinyatakan sebagai proporsi dari total sampel biji (Abebe *et al.*, 2009).

Persentase Susut Bobot Biji (%)

Persentase susut bobot biji menggunakan rumus sebagai berikut (Gwinner *et al.*, 1996):

$$P = \frac{(WU \times Nd) - (WD \times Nu)}{WU(Nd + Nu)} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase susut bobot biji (%)

WU = Berat biji utuh

Nu = Jumlah biji utuh

WD = Berat biji rusak

Nd = Jumlah biji rusak

Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam. Jika perlakuan berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test pada taraf $\alpha = 5\%$. Hubungan antar variabel pengamatan diketahui dengan uji korelasi sederhana Pearson pada tingkat kepercayaan 95%. Adapun kekuatan hubungan antara variabel adalah sangat lemah jika nilai $r = 0.00-0.199$, lemah jika nilai $r = 0.20-0.399$, cukup kuat jika nilai $r = 0.40-0.599$, kuat jika nilai $r = 0.60-0.799$, sangat kuat jika nilai $r = 0.80-1.00$. Jika korelasinya negatif, interpretasinya serupa (Siregar, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Keturunan Baru (F1)

Keturunan baru (F1) pertama kali ditemukan keluar dari biji pada saat 41 hari setelah investasi imago *S. zeamais*. Jumlah populasi keturunan baru (F1) *S. zeamais* yang ditemukan bervariasi dengan kisaran antara 6-72 ekor (Tabel 1). Jumlah F1 terbanyak ditemukan pada varietas Bima 14 sebanyak 72 ekor. Sementara jumlah F1 pada 9 genotipe uji lebih sedikit dibandingkan dengan Bima 14, bahkan pada genotipe CH-19 hanya terdapat 6 ekor.

Genotipe jagung dengan jumlah turunan F1 yang sedikit diduga memproduksi senyawa yang dapat menghambat perkembangan dan peletakan telur *S. zeamais*

seperti senyawa fenolik (Tenrirawe dan Tandiang, 2009). Senyawa fenolik dalam jumlah tinggi dapat membatasi imago *S. zeamais* dalam peletakan telur. Diketahui bahwa jumlah turunan pertama *S. zeamais* erat kaitannya dengan perilaku oviposisi dari induk betina. Faktor lingkungan pada penelitian ini tidak menjadi pembatas perkembangan serangga karena pelaksanaan penelitian di laboratorium dalam kondisi yang terkontrol.

Indeks Kerentanan Biji terhadap Serangan *S. zeamais*

Indeks kerentanan terhadap serangan *S. zeamais* berbeda secara signifikan antar genotipe (Tabel 2). Semua genotipe uji menunjukkan sifat tahan terhadap *S. zeamais*, beda halnya dengan varietas Bima 14 yang bersifat agak tahan terhadap serangan *S. zeamais*.

Delapan genotipe uji menunjukkan sifat tahan terhadap *S. zeamais* dengan indeks kerentanan di bawah 3, indeks ketahanan terendah terdapat pada genotipe CH-18, CH-19, dan CH-20 yang masing-masing sebesar 1.74, 1.23, dan 1.80. Ketiga genotipe ini memiliki indeks ketahanan yang berbeda secara signifikan dengan varietas Bima 14. Indeks ketahanan biji jagung terhadap *S. zeamais* dipengaruhi oleh banyaknya jumlah keturunan baru yang muncul dan lama waktu perkembangan serangga. Genotipe jagung yang rentan memiliki daya tarik terhadap serangga untuk meletakkan telur dan berkembangbiak. Sementara genotipe tahan kemungkinan memproduksi senyawa yang bersifat *antibiosis* dan *non-preferensi* sebagai mekanisme resistensi (Keba dan Sori, 2013). Peneliti yang sama menemukan bahwa pada genotipe jagung yang rentan, *S. zeamais* memiliki siklus hidup lebih pendek berkisar 35.33 hari, pada genotipe tahan siklus hidup akan diselesaikan dalam waktu yang lebih lama.

Tabel 1. Rata-rata keturunan baru (F1) *S. zeamais* pada setiap genotipe uji

Genotipe/Varietas	Jumlah keturunan baru (F1)
CH-17	22c
CH-18	9c
CH-19	6c
CH-20	8c
CH-22	33bc
CH-23	20c
CH-24	29bc
CH-27	19c
NK 212	19c
HJ-21	25c
BISI 2	16c
Bima 14	72a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$

Tabel 2. Indeks kerentanan beberapa genotipe jagung hibrida genjah terhadap *S. zeamais*

No	Genotipe/ varietas	Indeks kerentanan	Tingkat kerentanan
1	CH-17	3.18ab	Tahan
2	CH-18	1.74b	Tahan
3	CH-19	1.23b	Tahan
4	CH-20	1.80b	Tahan
5	CH-22	3.74ab	Tahan
6	CH-23	2.58ab	Tahan
7	CH-24	3.90ab	Tahan
8	CH-27	2.91ab	Tahan
10	NK 212	2.96ab	Tahan
9	HJ-21	2.86ab	Tahan
11	BISI 2	2.92ab	Tahan
12	Bima 14	5.20a	Agak tahan

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$

Kerusakan Biji

Pengamatan terhadap persentase kerusakan biji menunjukkan bahwa genotipe dengan indeks kerentanan yang tinggi yaitu CH-22 memiliki persentase kerusakan biji yang besar pula dan tidak berbeda nyata dengan varietas Bima 14 (Gambar 1). Persentase kerusakan biji terendah ditunjukkan oleh genotipe CH-18 yakni sebesar 2.07 % kemudian disusul genotipe CH-19 dan CH-20 masing-masing 3.67 % dan 4.55%.

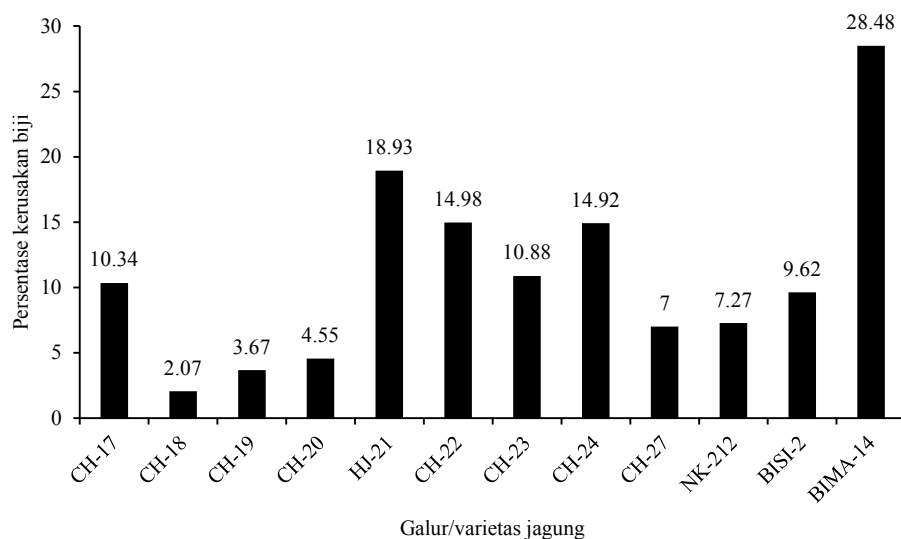
Secara keseluruhan, persentase kerusakan biji dari 8 genotipe uji terdapat 6 genotipe dengan persentase kerusakan biji lebih rendah yang secara statistik berbeda nyata dengan

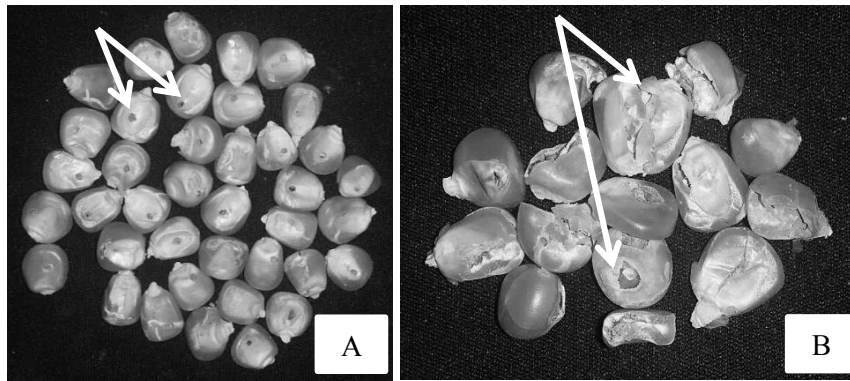
varietas Bima 14 yaitu CH-17, CH-18, CH-19, CH-20, CH-23 dan CH-27. Kerusakan biji jagung akibat serangan hama ini diawali dengan adanya lubang gerekkan pada biji kemudian lama kelamaan biji menjadi pecah dan hancur (Gambar 2). Kerusakan ini terjadi karena aktivitas makan dari larva dan serangga dewasa (imago) dari *S. zeamais*. Larva serangga ini berkembang dalam biji jagung sampai menjadi imago. Imago yang baru muncul akan membuat lubang keluar dengan cara menggerek biji dari bagian sehingga membentuk lubang yang lebih besar (Nonci dan Muis, 2015).

Biji jagung yang telah rusak akibat serangan hama ini akan mengalami penurunan daya perkecambahan (Respyan *et al.*, 2015). Bagian bekas gerkkan *S. zeamais* pada biji jagung biasanya ditumbuhi miselia cendawan dan mempengaruhi proses perkecambahan biji sehingga persentase biji berkecambah menjadi menurun. Cendawan yang ditemukan menyerang biji jagung di penyimpanan ada tiga jenis yakni *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., dan *Penicillium* spp (Budiarti *et al.*, 2013; Pakki, 2016; Ahmad, 2009).

Susut Bobot Biji

Persentase susut bobot biji pada semua genotipe uji dan varietas pembandingan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Genotipe CH-22 yang memiliki indeks kerentanan sebesar 3.74 (Tabel 2), paling tinggi di antara genotipe uji lainnya dan mengalami susut bobot biji yang paling tinggi pula yakni 7.30% (Gambar 3). Namun hasil uji korelasi menunjukkan bahwa susut bobot biji jagung tidak berkorelasi dengan peningkatan indeks ketahanan biji terhadap *S. zeamais* (Tabel 3). Hal ini terlihat pada salah satu varietas pembandingan yakni Bima 14 memiliki indeks kerentanan 5.20, lebih tinggi dari indeks ketahanan CH-22 namun memiliki persentase susut bobot biji lebih rendah dibandingkan dengan genotipe CH-22.

Gambar 1. Persentase kerusakan biji jagung pada beberapa genotipe uji akibat serangan *S. zeamais*



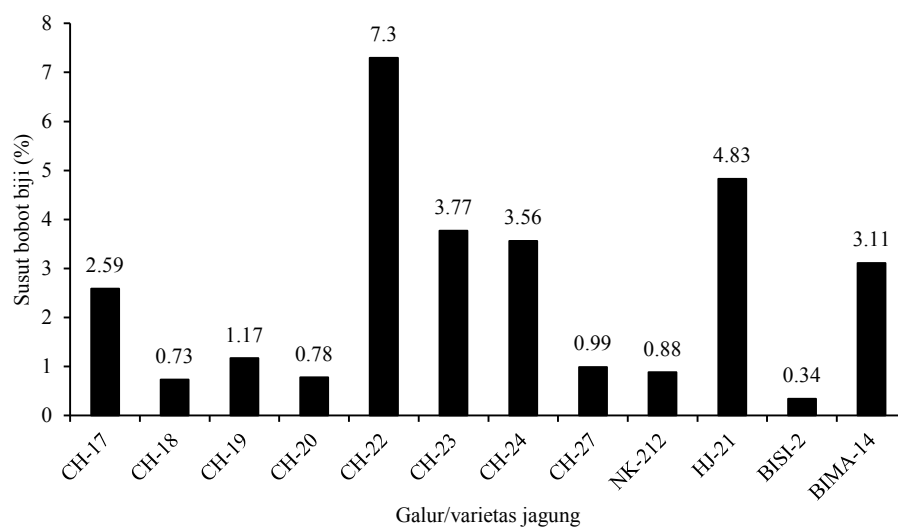
Gambar 2. Gejala kerusakan berupa bekas gerakan *S. zeamais* pada biji jagung (A) dan biji pecah akibat beberapa gerakan *S. zeamais* (B)

Berdasarkan beberapa variabel yang telah diamati, terdapat 3 genotipe uji yang dapat direkomendasikan untuk dikembangkan ialah CH-18, CH-19 dan CH-20. Ketiga genotipe ini tahan terhadap serangan *S. zeamais* dan memiliki persentase susut bobot biji terendah yakni masing-masing 0.73, 1.17, dan 0.78.

Informasi tentang tingkat kerentanan genotipe jagung hibrida genjah penting sebagai dasar dalam perakitan varietas jagung. Menurut Hendrival dan Mayasari (2017) ketahanan varietas atau calon varietas jagung terhadap *S. zeamais* memiliki peran penting dalam meminimalkan kerugian selama penyimpanan biji. Penurunan berat biji jagung di penyimpanan dapat mencapai 30-40% akibat serangan hama ini (Arbogast dan Throne, 1997). Adanya korelasi positif antara kerusakan biji dengan indeks kerentanan dan jumlah keturunan baru *S. zeamais*, maka penggunaan varietas tahan dianjurkan sebagai teknik pengendalian karena dapat memperlambat perkembangan populasi *S. zeamais* (Nonci dan Muis, 2015).

Korelasi antara Indeks Kerentanan dengan Jumlah F1, Persentase Kerusakan Biji, dan Susut Bobot Biji

Uji korelasi Pearson yang dilakukan menunjukkan bahwa indeks kerentanan suatu genotipe atau varietas jagung berkorelasi positif nyata dengan jumlah keturunan baru dan kerusakan biji dengan nilai korelasi masing-masing 0.92 dan 0.88. Kedua variabel tersebut memiliki nilai korelasi yang menunjukkan hubungan sangat erat dengan indeks kerentanan biji terhadap *S. zeamais*. Hal ini berarti semakin tinggi indeks kerentanan biji genotipe atau varietas jagung hibrida genjah maka semakin tinggi pula jumlah F1 *S. zeamais* dan kerusakan biji. Hubungan yang kuat dan signifikan juga terdapat antara jumlah F1 dengan kerusakan biji, nilai korelasi 0.93. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan hal yang sama bahwa F1 *S. zeamais* tinggi pada genotipe rentan dan berkorelasi positif dengan persentase kerusakan biji (Abebe *et al.*, 2009; Siwale *et al.*, 2009; Keba dan Sori, 2013). Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa jumlah keturunan baru berperan penting untuk indeks kerentanan biji jagung terhadap *S. zeamais*.



Gambar 3. Persentase susut bobot biji jagung pada beberapa genotipe uji akibat serangan *S. zeamais*

Tabel 3. Korelasi antara indeks kerentanan dengan jumlah *keturunan* baru (F1), persentase kerusakan biji, dan susut bobot biji

	Indeks kerentanan	Jumlah F1	Kerusakan biji	Susut bobot biji
Indeks kerentanan	1.00			
Jumlah F1	0.92**	1.00		
Kerusakan biji	0.88**	0.93**	1.00	
Susut bobot biji	0.49	0.46	0.60	1.00

Keterangan: ** nyata pada taraf kesalahan 1%

KESIMPULAN

Terdapat 3 genotipe jagung hibrida umur genjah yang menunjukkan ketahanan tinggi terhadap *S. zeamais* yaitu genotipe CH-19, CH-18 dan CH-20, berdasarkan indeks kerentanan, jumlah keturunan baru (F1) *S. zeamais*, persentase kerusakan biji, dan susut bobot biji. Indeks kerentanan ketiganya berkisar 1.23-1.80 dengan persentase kerusakan biji sangat rendah yakni 2.07-4.55%. Sementara hasil uji korelasi menunjukkan bahwa indeks kerentanan biji jagung terhadap *S. zeamais* berkorelasi positif dengan jumlah keturunan baru yang dihasilkan dan kerusakan biji.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebe, F., T. Tefera, S. Mugo, Y. Bayene, S. Vidal. 2009. Resistance of maize varieties to the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). *Afri J. Biotech.* 8:5937-5943.
- Ahmad, R.Z. 2009. Cemaran kapang pada pangan dan pengendaliannya. *J. Litbang Pertanian* 28:15-22.
- Arbogast, R.T., J.E. Throne, 1997. Insect infestation of farm-stored maize in South Carolina: towards characterization of a habitat. *J. Stored Prod. Res.* 33:187-198.
- Aqil, M., R.Y. Arvan. 2016. Dekripsi Varietas Unggul Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, ID.
- Budiarti, S.W., H. Purwaningsih, Suwanti. 2013. Kontaminasi fungi *Aspergillus* sp. pada biji jagung di tempat penyimpanan dengan kadar air yang berbeda. hal. 482-487. In Muis, A., M.S. Pabbage, M. Yasin, M. Aqil, Hermanto, S. Pakki (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Serealia "Meningkatkan Peran Penelitian Serealia dalam Mendukung Pertanian Bioindustri. Maros 18 Juni 2013.
- Cosmas, P., G. Cristopher, K. Charles, K. Friday, M. Ronald, M.Z. Belta. 2012. *Tagetes minuta* formulation effect *Sitophilus zeamais* (Weevils) control in stored maize grain. *Int. J. Plant Res.* 2:65-68.
- Dobie, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) infesting field corn. *J. Entomol. Sci.* 21:367-375.
- Gwinner, J., R Harnish, O. Muck. 1996. Manual on the prevention of post-harvest grain losses. Deutsche Gesellschaft for Technische Zusammenarbeit, Eschborn, Jerman, GE.
- Hasnah, M. Rahim, L. Suryanti. 2014. Efikasi serbuk lada hitam dalam mengendalikan hama *Sitophilus zeamais* pada biji jagung selama penyimpanan. *J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains* 16:23-32.
- Hendrival dan E. Mayasari. 2017. Kerentanan dan kerusakan beras terhadap serangan hama pasca panen *Sitophilus zeamais* L (Coleoptera: Curculionidae). *J. Agro.* 4:68-79.
- Herlina, L., B. Istiaji. 2013. Respon ketahanan beberapa varietas gandum terhadap hama gudang *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Dryophthoridae). *Bul. Plasma Nutfah* 19:89-101.
- Keba, T., W. Sori. 2013. Differential resistance of maize varieties to the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motshusky) (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory condition. *J. Entomology* 10:1-12.
- Mas'ud, S., A. Tenrirawe, Masmawati, H.G. Yasin. 2009. Pengujian ketahanan jagung *quality protein maize* (QPM) terhadap hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus zeamais*). Prosiding Seminar Nasional Serealia. Maros 29 Juli 2009.
- Nayaka, S. Chandra, U. Shankar, C. Arakere, Reddy, Munagala, Niranjana, Siddapura, H.S. Prakas, Setty, Huntrike. 2009. Control of *Fusarium verticilloides*, cause of ear rot of maize, by *Pseudomonas fluorescens*. *Pest Management Science Indian Acad. Sci.* 65:769-775.

- Nonci, N., A. Muis. 2015. Biologi, gejala serangan, dan pengendalian hama bubuk jagung *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian 34:61-70.
- Pakki, S. 2016. Cemaran mikotoksin, bioekologi patogen *Fusarium verticilloides* dan upaya pengendaliannya pada tanaman jagung. J. Litbang Pertanian 35:11-16.
- Respyan, G., B.T. Rahardjo, L.P. Astuti. 2015. Pengaruh insert dust terhadap mortalitas *Sitophilus zeamais* Motschulsky pada biji jagung dalam simpanan. J. HPT 3:31-38.
- Siwale, J., K. Mbata, J. McRobert, D. Lungu. 2009. Comparative resistance of improved maize genotypes and landraces to maize weevil. African Crop Sci 17: 1-16.
- Siregar, S. 2013. Statistik Parametric untuk Penelitian Kuantitatif. Jakarta. PT. Bumi Aksara.
- Suleiman, R.A., 2015. Evaluation of maize weevils *Sitophilus zeamais* Motschulsky infestation on seven varieties of maize. J. Stored Products Res. 64: 97-102.
- Suriani, R.N. Iriany, A.T. Makkulawu. 2016. Analisis sidik lintas karakter morfologi dan komponen hasil jagung hibrida umur genjah. Buletin Penelitian Tanaman Serealia 1:24-31.
- Surtikanti. 2004. Kumbang bubuk *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) dan strategi pengendaliannya. J. Litbang Pertanian 23:123-129.
- Tefera, T., S. Mugo, P. Likhayo. 2011. Effects of insect population density and storage time on grain damage and weight loss in maize due to the maize weevil *Sitophilus zeamais* and the larger grain borer *Prostephanus truncatus*. Afr. J. Agric. Res. 6:2249-2254.
- Tenrirawe, A. 2004. Pengujian ketahanan berbagai varietas/ galur jagung berprotein tinggi terhadap kumbang bubuk jagung *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tenrirawe, A., J. Tandiang. 2009. The effect of phenolic acid of several quality protein maize lines (QPM) on the resistance to maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). p 382-386. In Zaidi, P.H., M. Azrai, K. Pixley (Eds.). Proceeding of The Tenth Asian Regional Maize Workshop "Maize for Asia Emerging Trends and Technologies". Makassar 20-23 October 2008.
- Tenrirawe, A., M.S. Pabbage dan A. Takdir. 2013. Pengujian ketahanan galur jagung hibrida umur genjah terhadap hama kumbang bubuk *Sitophilus zeamais* Motschulsky. hal. 472-481. In Muis, A., M.S. Pabbage, M. Yasin, M. Aqil, Hermanto, S. Pakki (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Serealia "Meningkatkan Peran Penelitian Serealia dalam Mendukung Pertanian Bioindustri. Maros 18 Juni 2013.
- Zainal, A., A. Anwar, S. Ilyas, Sudarsono, Giyanto. 2011. Uji inokulasi dan respon ketahanan 38 genotipe tomat terhadap *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. J. Agron. Indonesia 39:85-91.